

神农架地区米心水青冈林和锐齿 槲栎林生物量的研究

王向雨 胡 东* 贺金生

(首都师范大学生命科学学院, 北京 100037; 北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

摘 要

通过对神农架地区广泛分布的米心水青冈林和锐齿槲栎林的生物量特征的调查研究表明: 神农架地区 102—130 a 成熟米心水青冈林的生物量在 $251.30 \sim 358.63 \text{ T} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之间, 平均为 $288.70 \pm 48.30 \text{ T} \cdot \text{hm}^{-2}$, 20~60 a 锐齿槲栎林群落生物量在 $134.85 \sim 301.20 \text{ T} \cdot \text{hm}^{-2}$, 平均为 $231.60 \pm 78.10 \text{ T} \cdot \text{hm}^{-2}$. 两种类型森林生物量的 95% 以上集中在乔木层. 在米心水青冈林生物量从大到小的序列中, 前 5 种植物分别占乔木层总生物量 58.67%~96.37% 不等, 同样锐齿槲栎林中, 前 5 种植物占群落生物量的 68.13%~95.26%. 常绿植物占乔木层生物量的比例变化较大, 米心水青冈林中占 2.85~18.70%, 锐齿槲栎林中一般常绿植物占 0.8%~9.98%, 只有一个锐齿槲栎林样地常绿植物(主要是粉白杜鹃)占乔木层生物量的 44.04%. 米心水青冈生物量根冠比为 0.27 ± 0.05 , 锐齿槲栎林为 0.21 ± 0.06 . 神农架地区米心水青冈林的生物量, 在成熟的欧洲水青冈林和日本的水青冈林生物量范围之内, 而锐齿槲栎林的生物量远远大于我国温带落叶栎林的生物量.

关键词: 神农架, 米心水青冈, 锐齿槲栎, 生物量.

中图分类号: S 718.5

由于森林生态系统在调节全球碳和养分循环方面的重要作用^[1], 近年来对森林生物量的研究兴趣有了很大的增加^[2]. 这不仅因为生物量的研究是生态系统最基础的工作, 为能量平衡, 能量流动和养分循环等功能过程提供基础数据, 还因为它是预测全球变化对陆地生态系统生产力影响的基本工作^[3,4]. IBP 计划期间美国对东部落叶阔叶林、欧洲对栎林和水青冈林生物量和生产力的研究达到了相当的深度^[2,5]. 由于人类的活动, 很多自然生态系统均受到程度不同的干扰, 对它们生物量测定的结果不能完全代表与之相对应的水热条件. 因此对人类活动较小地区生态系统生物量的研究就变得非常重要.

从全球范围看, 水青冈属在北半球湿润的温带和亚热带山地是非常重要的森林优势种^[6-10]. 中国拥有水青冈属的种类最多, 但水青冈往往分布在海拔较高、交通不便的生境. 其生态系统研究并不多. 近年我国栎林生物量的样地积累了一定的资料, 其

中包括蒙古栎林^[11-13]、辽东栎林^[14]和栓皮栎林^[15]. 但对亚热带山地分布的落叶栎林生物量的研究还没见报导. 我们对神农架地区分布较广和具有代表性的米心水青冈 (*Fagus engleriana*) 林和锐齿槲栎 (*Quercus aliena var. auteserrata*) 林的生物量进行了研究.

1 神农架地区的自然状况

1.1 地理位置

研究地区属大巴山东延的余脉, 神农架南坡. 地理位置为 $31^{\circ}15' \sim 31^{\circ}23' \text{N}$, $110^{\circ}25' \sim 110^{\circ}32' \text{E}$. 神农架地区植被类型较多. 自然植被以常绿阔叶林(局部残存)、常绿落叶阔叶林混交林、落叶阔叶林、亚高山针叶林为其代表. 植被垂直分布明显.

1.2 样地设置及概况

选择建群种明显的典型地段设置样地, 样地内力求生境一致, 组成较为均匀, 同时力求在成熟林内设置样地, 本研究采用较大面积的取样方法, 样地大小从 0.02 hm^2 到 0.7 hm^2 不等, 主要受制于地形因子的影响, 为了便于计算参照了文献中的方法^[18-20], 群落内 $>1.3 \text{ m}$ 的树木每木检尺定位. 每个

样地分成若干个 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 小样方(Sub-quadrats)进行调查.记录样地生境因子,挖取土样.土样 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 和 $20 \sim 40 \text{ cm}^2$ 层.用生长锥取样以确定树木年龄.野外工作共调查米心水青冈林样地 0.66 hm^2 、海拔从 $1770 \sim 1840 \text{ m}$ 、坡向 $30 \sim 330$ 、坡度 $15 \sim 40^\circ$ 、总面积 $32.8 \sim 70.1 \text{ m}^2/\text{hm}^2$ 、总树干数 $3600 \sim 4513/\text{hm}^2$ 、最大高度 $22 \sim 27 \text{ m}$ 、最大胸径 $35.5 \sim 62 \text{ cm}$ 、树龄从 $85 \sim 130 \text{ a}$ 、总物种树 $25 \sim 172$ 、锐齿槲栎林样地 0.57 hm^2 、海拔从 $1340 \sim 1860 \text{ m}$ 、坡向 $20 \sim 335$ 、坡度 $15 \sim 40^\circ$ 、总面积 $26.97 \sim 52.91 \text{ m}^2/\text{hm}^2$ 、总树干数 $2230 \sim 6300/\text{hm}^2$ 、最大高度 $17 \sim 27 \text{ m}$ 、最大胸径 $23.6 \sim 51 \text{ cm}$ 、树龄从 $33 \sim 56 \text{ a}$ 、总物种树 $42 \sim 212$.

2 研究方法

2.1 样木的选择

选择具有代表性的地段进行样地调查.样地内高度大于 1.3 m 的树木每木检尺,根据测量结果进行径级划分,按径级比例选择发育正常的个体作为样木.米心水青冈林和锐齿槲栎林组成种类丰富,因此把乔木层分成建群种米心水青冈、锐齿槲栎、落叶伴生种(主要种类为亮叶桦 *Betula luminifera*、灯台树 *Comus controversa*、青榨槭 *Acer davidii* 等)、常绿伴生种(包槲柯 *Lithocarpus cleistocarpus*、曼青冈 *Cyclobalanopsis oxydon* 等)及乔木第二亚层常绿小乔木(川桂 *Cinnamomum wilsonii* 等)和落叶小乔木(四照花 *Cornus kousa* 等)⁶ 组.每组选取样木 $6 \sim 12$ 株不等.

2.2 生物量的测定

2.2.1 乔木层

样木伐倒后,按 2 m 分段做树干解析,并称重,在树干胸径处锯取圆盘.测定树干、树枝(分当年生枝和老枝)、叶(分当年生叶和老叶)鲜重.将根系全部挖出,分级直径 $< 1 \text{ cm}$ 和直径 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 和直径 $> 2 \text{ cm}$ 称重.取少量样品带回实验室分析含水量.由于米心水青冈为多主干树种,在测定根系生物量时以根株(丛)为单位,然后按根株内每个个体的胸面积进行分配.

分别建立各组各器官生物与胸径、生物量与胸径和高度的回归方程,经过试验,最后采用两种类型的回归类型的回归方程(1)和(2):

$$B = a \cdot (D^2 \cdot H)^b \quad (1)$$

$$B = a \cdot D^b \quad (2)$$

其中 B 为样木生物量, D 为样木胸径, H 为样

木高度.用(1)和(2)回归分析模型计算生物量的结果列于表 1.这样模型的相关系数差异极小,均达到显著或极显著水平.但在野外样方调查过程中,树木的高度测定极其困难,因此本文采用模型(2)计算各器官的生物量,而用(1)计算样枝的生物量.

表 1 乔木层样木器官生物量回归模型

	$y = a \cdot x^b, x = D^2 \cdot H$			$y = a \cdot x^b, x = D$		
	a	b	R	a	b	R
米心水青冈 <i>Fagus engleriana</i>						
Bs	1.25×10^{-2}	1.05	0.987 8	2.46×10^{-1}	2.08	0.990 8
Bbr	9.33×10^{-4}	1.23	0.973 5	7.36×10^{-3}	2.84	0.991 3
Bl	2.94×10^{-4}	1.20	0.941 3	5.46×10^{-4}	3.20	0.998 9
Br	3.22×10^{-3}	1.13	0.995 9	8.28×10^{-2}	2.22	0.997 7
锐齿槲栎 <i>Quercus aliena var. acuteserrata</i>						
Bs	8.88×10^{-3}	1.08	0.991 0	2.90×10^{-2}	2.74	0.996 1
Bbr	1.84×10^{-2}	0.90	0.955 0	3.60×10^{-2}	2.35	0.981 3
Bl	3.78×10^{-3}	0.94	0.942 1	8.77×10^{-3}	2.44	0.975 6
Br	6.41×10^{-3}	0.99	0.976 3	1.87×10^{-2}	2.52	0.995 0
落叶伴生种 <i>Deciduous companion trees</i>						
Bs	6.50×10^{-2}	0.84	0.993 3	8.20×10^{-2}	2.38	0.981 3
Bbr	1.59	0.38	0.914 3	2.14	1.03	0.908 5
Bl	2.18×10^{-1}	0.34	0.897 3	2.77×10^{-1}	0.93	0.902 3
Br	2.91×10^{-1}	0.55	0.916 7	3.95×10^{-1}	1.51	0.911 9
常绿伴生种 <i>Evergreen companion trees</i>						
Bs	1.35×10^{-2}	1.67	0.998 1	7.07×10^{-3}	3.32	0.911 9
Bbr	7.96×10^{-1}	0.39	0.836 3	7.62×10^{-1}	1.15	0.837 1
Bl	3.19×10^{-1}	0.38	0.831 5	3.14×10^{-1}	1.12	0.824 5
Br	3.25×10^{-1}	0.51	0.915 0	2.63×10^{-1}	1.56	0.943 5
落叶小乔木 <i>Small deciduous trees</i>						
Bs	4.34×10^{-2}	0.91	0.975 4	2.03×10^{-1}	1.95	0.968 6
Bbr	9.02×10^{-4}	1.31	0.951 2	4.16×10^{-3}	3.24	0.993 2
Bl	7.90×10^{-4}	1.05	0.914 3	8.47×10^{-4}	3.23	0.987 3
Br	7.81×10^{-4}	1.05	0.904 3	8.47×10^{-4}	3.23	0.982 3
常绿小乔木 <i>Small evergreen trees</i>						
Bs	1.90×10^{-1}	0.663	0.968 3	2.21×10^{-1}	1.40	0.959 2
Bbr	1.23×10^{-1}	1.023	0.943 6	1.01×10^{-1}	1.21	0.965 0
Bl	7.28×10^{-3}	0.548	0.975 3	1.23×10^{-2}	2.12	0.994 0
Br	5.57×10^{-2}	0.622	0.946 2	9.72×10^{-2}	1.57	0.995 0

DBH, 胸径 Diameter at breast height; H, 高度 Height; Bs, 树干生物量 Biomass of stem; Bbr, 树干生物量 Biomass of branches; Bl, 叶生物量 Biomass of leaves; Br, 根生物量 Biomass of root; R, 相关系数

2.2.2 灌木层、草本层及层间植物

在两个样地设置 $2 \times 2 \text{ m}^2$ 样方各 5 个,将全部植株挖出,区分灌木和草本植物,按种类分地上和地下分别称重,取样测含水量,换算成单位面积生物量.根据灌木层盖度和生物量的关系(3),计算样方灌木层生物量.

$$Bsh = 0.016 + 0.181 Co, n = 10,$$

$$R = 0.983 3, p = 0.002 \quad (3)$$

Bsh 为灌木层生物量,单位为 $\text{T} \cdot \text{hm}^{-2}$, Co 为盖

度,取值 0~100.草本层植物生物量和盖度关系之间关系不显著,因此根据样方换算群落生物量.

将选取的层间植物全部挖出,各器官称重.据此换算样地层间植物生物量.

3 结果与分析

3.1 群落总生物量

神农架地区米心水青冈林和锐齿槲栎林是该地区分布相对较广的森林类型,受人类活动干扰相对较小.自然分布的米心水青冈林一般年龄都在 100 年以上,锐齿槲栎林年龄一般在 40~60 年.米心水青冈的生物量在 251.31~358.63 $T \cdot hm^{-2}$ 之间,平均为 288.70±48.30 $T \cdot hm^{-2}$ (表 2).锐齿槲栎林由于林

龄不同,生物量变化较大,在 134.85~301.20 $T \cdot hm^{-2}$.20 年的生物量为 134.85 $T \cdot hm^{-2}$,而 60 年左右的在 300 $T \cdot hm^{-2}$ 左右(表 2).

3.2 乔木层生物量

米心水青冈林乔木层生物量在 243.92~349.15 $T \cdot hm^{-2}$ 之间,平均 282.30±46.80 $T \cdot hm^{-2}$,锐齿槲栎林乔木层的生物量在 132.00~289.03 $T \cdot hm^{-2}$ 之间,平均为 226.00±76.40 $T \cdot hm^{-2}$ (表 2).乔木层中,树干占的比例最大,米心水青冈林中树干占乔木层生物量的 54.60±1.84%,锐齿槲栎林中,树干占乔木层生物量的 51.04±6.48%,树叶所占的比例最小,米心水青冈林和锐齿槲栎林分别为 4.37±0.39%和 6.14±1.56%(表 2).

表 2 米心水青冈林和锐齿槲栎林乔木层各器官和群落的总生物量

类型	树干生物量		枝生物量		叶生物量		根生物量		乔木层生物量 $T \cdot hm^{-2}$	群落总生物量 $T \cdot hm^{-2}$	乔/群落 %
	$T \cdot hm^{-2}$	%	$T \cdot hm^{-2}$	%	$T \cdot hm^{-2}$	%	$T \cdot hm^{-2}$	%			
米心水青冈林 <i>Fagus engleriana</i> forest											
平均值	163.70	54.66	60.90	19.80	12.40	4.37	64.95	21.17	282.30	288.70	97.80
标准差	22.60	1.84	8.04	1.25	2.64	0.369	19.56	3.35	46.80	48.30	0.78
锐齿槲栎林 <i>Quercus aliena var. acuteserrata</i> forest											
平均值	121.8	51.04	60.51	25.83	14.50	6.14	40.97	17.00	226.00	231.60	97.38
标准差	38.1	6.48	15.50	6.16	4.59	1.6	16.96	4.11	76.40	78.10	1.36

3.3 乔木层生物量的种类分配

米心水青冈林和锐齿槲栎林乔木层物种组成非常丰富,由于主要组成种类优势度的差异,生物量的种类分配也差异较大,但生物量集中在少数的优势种中.在米心水青冈林中(图 1),样地 9704 和 9705 米心水青冈的生物量占乔木层生物量的 50% 以上,而样地 9706 和 9605A 中,米心水青冈生物量分别占乔木层生物量的 38.68% 和 18.87%.在生物量从大到小的序列中,前 5 种植物分别占样地 9704、9705、9706 和 9705A 种群落乔木层总生物量的 94.66%、96.37%、81.56% 和 58.67%.同样在锐齿槲栎林中(图 2),样地 9702、9703 中锐齿槲栎林占乔木层总生物量的 75.65% 和 67.49%,优势作用明显.在生物量从大到小的序列中,前 5 种植物分别占样地 9701、9702、9703、9707 和 9705B 群落总生物量的 83.14%、95.26%、86.3%、81.63% 和 68.13%.

在米心水青冈林和锐齿槲栎林乔木层生物量中,落叶植物占明显优势.除了锐齿槲栎 9701 样地外,常绿植物占乔木层生物量的比例小于 20%.如在米心水青冈林 9704、9705、9706、9705A 样地中,常绿植物占乔木层总生物量的比例分别为 3.26%、

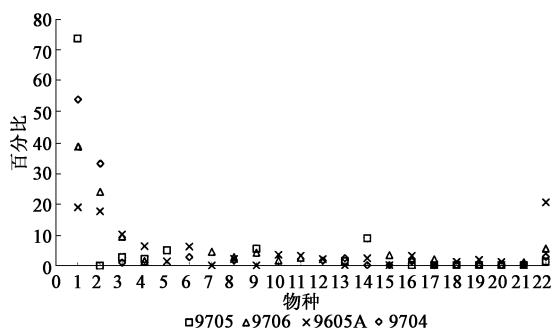
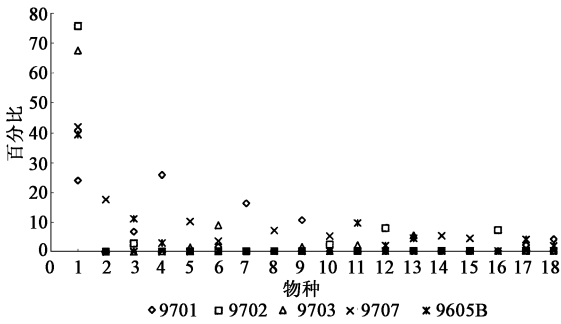


图 1 米心水青冈林乔木层主要种类的生物量 (占乔木层总生物量的百分比)

2.85%、15.72%、和 18.70%.在锐齿槲栎林 9701、9702、9703、9707 和 9705B 样地中,常绿植物占乔木层总生物量的比例分别为 44.04%、0.80%、3.3%、1.2% 和 9.98%.在 9701 中,乔木第二亚层的粉白杜鹃所占比例很大,因此常绿植物生物量所占比例较高.



在横轴上 1—18 的编号代表的物种分别是锐齿槲栎、化香、川陕鹅耳枥、粉白杜鹃、山樱桃、短柄枹、冬青、锥栗、水榆花楸、盐肤木、米心水青冈、亮叶桦、四照花、糙叶树、美丽马醉木、茅栗、曼青冈、南烛

图 2 锐齿槲栎林乔木层主要种类的生物量 (占乔木层总生物量的百分比)

3.4 灌木层、草本层及藤本植物生物量

表 3 各样地生物量及地上部分和地下部分的分配

类型	灌木层生物量		草本层生物量		藤本层生物量		地上生物量(1)		地下生物量(2)		根冠比 (2)/(1)
	T·hm ⁻²	%	T·hm ⁻²	%	T·hm ⁻²	%	T·hm ⁻²	%	T·hm ⁻²	%	
米心水青冈林 <i>Fagus engleriana</i> forest											
平均 Mean	5.25	1.78	0.41	0.16	0.75	0.26	226.5	78.85	62.19	21.48	0.27
标准差 s.d.	2.62	0.67	0.39	0.16	0.34	0.15	37.2	3.33	15.09	3.33	0.05
锐齿槲栎 <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> forest											
平均 Mean	4.53	2.03	0.18	0.08	0.88	0.33	189.12	82.57	41.91	17.43	0.21
标准差 s.d.	2.68	1.10	0.125	0.05	0.81	0.24	59.53	3.99	18.95	3.99	0.06

4 讨论

生物量是群落发育过程中干物质的积累量,因此它反映了第一性生产量的时间积累效应,是时间的函数.它不同于群落第一性生产力,纬度梯度不明显,从表 4 中可以看出,德国 122 年生的欧洲水青冈 (*Fagus sylvatica*) 林总生物量为 311 T·hm⁻²;瑞典 90~100 年生的欧洲水青冈林的生物量为 262~382 T·hm⁻²,日本 150 年生的 *Fagus crenata* 林总生物量为 336 T·hm⁻². 神农架地区米心水青冈林 288±48.30 T·hm⁻² 的生物量,在成熟的欧洲水青冈和日本水青冈 (*Fagus crenata*) 林生物量之内(表 4).

从我国的几种落叶栎林的生物量来看,神农架地区 40~60 年的锐齿槲栎林生物量远远大于蒙古栎林、辽东栎林和栓皮栎林.如神农架地区 40 年的锐齿槲栎林总生物量为 292.97 T·hm⁻²,而 40 年的蒙古栎林总生物量为 196 T·hm⁻² 之,这说明我国亚热带地区落叶栎林具有较高的生物量.

李迪强根据已发表的生物量的资料,得出暖温带落叶阔叶林生物量的范围在 3.87~700 T·hm⁻² 之

虽然米心水青冈林和锐齿槲栎林灌木层、草本层及藤本植物种类组成很丰富,但占群落总生物量的比例均小于 5%. 米心水青冈林灌木层、草本层及藤本植物分别占群落总生物量的 1.78±0.67%、0.16±0.16% 和 0.26±0.15%; 锐齿槲栎林灌木层、草本层及藤本植物分别占群落总生物量的 2.03±1.10%、0.08±0.05% 和 0.33±0.24%(表 3).

3.5 群落地上部分和地下部分生物量的分配

对每一种类型各个样地之间变化不大,米心水青冈林一般地上部分占群落总生物量的 78.52±3.33%,锐齿槲栎林一般地上部分占群落总生物量的 82.57±3.99%. 若用根冠比 (root : shoot ratio, R/S)^[21] 来表示,则米心水青冈林为 0.27±0.05,而锐齿槲栎林为 0.21±0.06. (表 3)

间,平均为 80.66 T·hm⁻²,亚热带常绿阔叶林生物量范围在 4.64~644.08 T·hm⁻²,平均为 124.64 T·hm⁻². 刘世荣综合了国内 20 年生物量的研究,得出暖温带森林总生物量为 15~95 T·hm⁻². 但根据这两个生物量的范围,落叶阔叶林和常绿阔叶林生物量变化较大(包括成熟林和其他类型的非地带性的类型). 根据这些资料可以看出,神农架米心水青冈林和锐齿槲栎林生物量都很高的.

5 结论

采用收获样木,建立回归模型方法(乔木层)和收获法(灌木层和草本层)对神农架地区的米心水青冈林和锐齿槲栎林的生物量进行了研究. 结果表明 102~130 a 成熟米心水青冈的生物量在 251.31~358.63 T·hm⁻² 之间. 平均为 288.70±48.30 T·hm⁻², 20~60 a 锐齿槲栎林群落生物量在 134.85~301.20 T·hm⁻²,平均为 231.60±78.10 T·hm⁻²,虽然米心水青冈林和锐齿槲栎林灌木层、草本层及藤本植物种类组成很丰富,但两种类型森林生物量 95% 以上集中在乔木层. 乔木层生物量主要集中在少数优势种

表 4 不同地点水青冈林和栎林生物量的对比

研究地点	地上生物量 (T·hm ⁻²)	地下生物量 (T·hm ⁻²)	总生物量 (T·hm ⁻²)	林龄 age	森林类型 Forest type ³	资料来源
水青冈林 Beech forest Czechoslovakia	161	76	237	60	<i>Fageto-Quercetum</i>	Biskupsky ³
Japan	292	44	336	150	<i>Fagus crenata</i>	Shidei ³
Germany	275	36	311	122	<i>Fagus sylvatica</i>	Ellenberg ³
Sweden	226—315	36—44	262—359	900—100	<i>Fagus sylvatica</i>	Lindgren & Nihlgard ³
Sweden	308—324	52—58	360—382	60—87.5	<i>Fagus sylvatica</i>	Nihlgard ³
Danmark	221	44	265	87.5	<i>Fagus sylvatica</i>	Thamdrup ³
Shenmongjia	195—277	49—81	251—359	102—130	<i>Fagus engleriana</i>	本文结果 Current study
栎林 Oak forest Belgium	121	35	156	80	Mixed oak	Duvigneaud & Galoux ³
United States	266	66	332	130	oak	Loucks & Lawson
Poland	243	49	292	100	<i>Oak-hornbeam</i>	Medwecka-Kornas & Bankolo-ciolezyk ³
Netherland	273	41	314	140	oak	Van der Drift ³
河北雾灵山	97	36	133	50	<i>Quercus mongolica</i>	王德艺等, 1998
黑龙江小兴安岭	155	40	196	40	<i>Quercus mongolica</i>	陈大柯等, 1982
陕西子午岭			34	33		张柏林, 1990
北京东灵山	117	17	134	50	<i>Quercus liaotungensis</i>	黄建辉等, 1997
湖北神农架	120—246	14—56	135—301	20—60	<i>Quercus aliena var. acuteserrata</i>	本文结果 Current study

1 按照作者原文中的地点 As reported by the source authors.

2 按照原文中的类型 Types as reported by the source authors.

3 引用 DeAngelis et al., 1981 Cited in DeAngelis et al., 1981.

中。在米心水青冈林生物量从大到小的序列中,前 5 种植物分别占乔木层总生物量 58.67%~96.37% 不等,同样锐齿槲栎林前 5 种植物分别占群落生物量的 68.13%~95.26%。常绿植物占乔木层生物量的比例变化较大,米心水青冈林种占 2.85%~18.70%,锐齿槲栎林种一般常绿植物占 0.8~9.98%,而只有 1 个锐齿槲栎林样地常绿植物(主要

是粉白杜鹃)占乔木层生物量的 44.04%。米心水青冈林生物量根冠比为 0.27±0.05,锐齿槲栎林为 0.21±0.06。神农架地区米心水青冈林的生物量,在成熟的欧洲水青冈林及日本的水青冈林生物量范围之内,而锐齿槲栎林生物量远远大于我国温带落叶阔叶林的生物量。

参 考 文 献

- [1] Brown S, Lugo A E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle[J]. *Biotropica*, 1982, 14: 161—187.
- [2] Cairns M A, Brown S, Helmer E H, et al. Root biomass allocation in the world's upland forests [J]. *Oecologia*, 1997, 11: 1—11.
- [3] Brown S, Iverson L R, Prasad A, et al. Geographical distributions of carbon in biomass and soils of tropical Asian forests [J]. *Geocarto Int.*, 1993, 8: 45—59.
- [4] 刘世荣,徐德应,王兵.气候变化对中国森林生产力的影响.林业科学研究 [J]. 1993, 6(6): 633—641.
- [5] DeAngelis D L, Gardner R H, Shugart H H. Productivity of forest ecosystems studied during the IBP: the woodlands data set [M]. Reichle D (ed). *Dynamic properties of forest ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, 1981, 567—672.
- [6] 吴钰镒(主编).中国植被 [M].北京:科学出版社,1980.
- [7] Numata M. The flora and vegetation of Japan [M]. Tokyo: kodansha, 1974, 294.
- [8] Ellenberg H. *Vegetation ecology of central Europe* [M]. Cambridge University Press, English translation by G K Strutt, 1988.
- [9] Cao K F. *Fagus* dominance in Chinese mountain forests: Natural regeneration of *Fagus lucida* and *Fagus hayatae* var. *pashannica*. Ph D Thesis [D]. The Netherlands; Wageningen Agricultural University, 1995.
- [10] Peters R. *Beech Forests* [M]. London: Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [11] 陈大柯,周晓峰.黑龙江省天然次生林研究 [J].东北林业大学学报, 1984, 12(4): 1—12.
- [12] 石福臣,陈祥伟,丁宝永,等.三江平原天然次生柞木林养分循环的研究 [J].东北林业大学学报, 1990(S3).
- [13] 王德艺,蔡万波,李东义,等.雾灵山蒙古栎林生物量的研究 [J].生态学杂志, 1998, 17(1): 9—15.

- [14] 黄建辉,孔繁志,江洪.东灵山地区落叶阔叶林乔木层营养元素积累量特征研究[M]//陈灵芝(主编):暖温带森林生态系统结构与功能的研究.北京:科学出版社,1997:265—271.
- [15] 鲍显诚,陈灵芝,陈清朗.栓皮栎林的生物量[J].植物生态学与地植物丛刊,1984,8(4):313—319.
- [16] 中国科学院武汉植物所.神农架植物[M].武汉:湖北人民出版社,1980.
- [17] 应俊生,马成功,张志松.鄂西神农架地区植物区系和植被[J].植物分类学报,1979,17(3):41—59.
- [18] Ohkubo T, Hamaya T. Structure of primary Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) forests in the Chichibu Mountains, central Japan, with special reference to regeneration processes[J]. Ecol Res, 1988, 3:101—116.
- [19] Ohkubo T. Structure and dynamics of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) stools and sprouts in the regeneration of the natural forests[J]. Vegetatio, 1992, 101:65—80.
- [20] Tang C O, Ohsawa M. Zonal transition of evergreen, deciduous, and coniferous forests along the altitudinal gradient on a humid subtropical mountain, Mt. Emei, Sichuan[J]. China. Plant Ecology, 1997, 133:63—78.
- [21] Klepper B. Root-shoot relationships[M]. Waisel Y, Eshel A, Kafkafi, U. (eds) Plant roots: the hidden half. New York: Marcel Dekker, 1991, 265—286.

Biomass Research of *Fagus Engleriana* and *Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Shennongjia Foest District

Wang Xiangyu¹ Hu Dong¹ He Jinsheng²

(¹.College of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100037;

².College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

A beech (*Fagus engleriana*) forest and an oak (*Quercus aliena* var. *acuteserrata*) forest both are major vegetation types and widely distributed in Shennongjia Forest District. This research deals with the biomass in two forests. The results are as following:

The biomass of a mature beech forest with age of 102—130 a in Shennongjia Forest District ranges from 251.30 to 358.63 T·hm⁻² with average as 288.70±48.30 T·hm⁻²; while a 20—60 a old oak forest ranges from 134.85 to 301.20 T·hm⁻² with average as 231.60±78.10 T·hm⁻². Although species composition of shrub layer, herb layer and liana was rich in above two forests, 95% of total biomass allocated to the tree layer, of which as small number of dominant species make up a large proportion. In the biomass-species sequence, first five species can account for 58.67% in oak forest. The biomass ratio of evergreen species in tree layer varied in different communities ranges from 2.85% to 18.70% in beech forest, the evergreen species (mainly individual of *Rhododendron hypoglaucom*) account for 44.04% of tree layer biomass. The root/shoot ratio in beech forest and oak forest is 0.27±0.05 and 0.21±0.06, respectively. The biomass of beech forest is higher than mature beech forest of Europe beech forests, but lower than of Japan ones. Biomass of oak forest is much higher than that of other deciduous oak forest in temperate areas.

Key words: Shennongjia, *Fagus engleriana*, *Quercus aliena* var. *acuteserrata*, biomass.

作者简介 王向雨,男(1981~),首都师范大学生命科学学院,硕士研究生.